

Original document

# DYNAMO-ELECTRIC MACHINE AND MANUFACTURE THEREOF

Publication number: JP2001054244

Publication date: 2001-02-23

Inventor: SHEN JINXING; DECKART ULRICH; PORTEOUS TOM; JENSEN NIELS M

Applicant: ABB RESEARCH LTD

Classification:

- international: **H02K1/18; H02K1/12; H02K15/02; H02K1/18; H02K1/12; H02K15/02; (IPC1-7): H02K1/18; H02K15/02**

- European:

Application number: JP20000221036 20000721

Priority number(s): DE19991034858 19990724

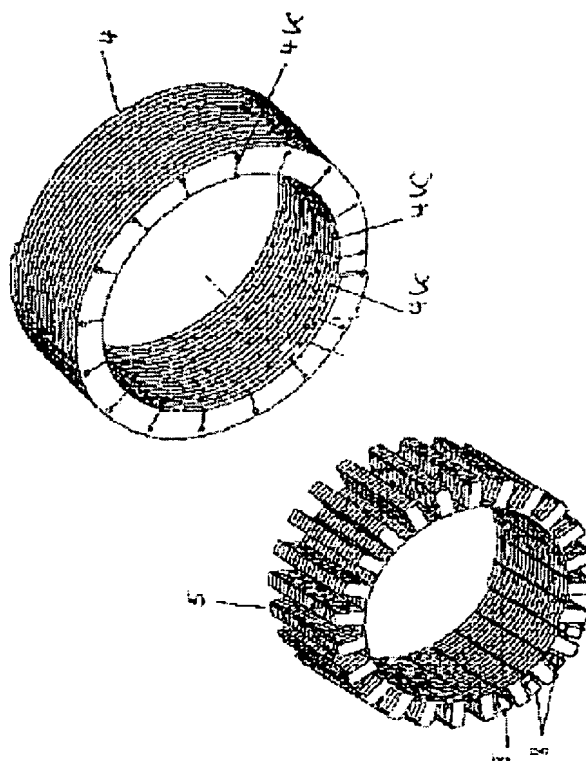
Also published as:

EP1073181 (A1)  
US6429568 (B1)  
DE19934858 (A1)

[View INPADOC patent family](#)[View list of citing documents](#)[Report a data error here](#)

## Abstract of JP2001054244

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To mechanically and permanently connect an external stator ring and an internal stator ring, without the use of a bonding agent by mechanically bonding these rings by winding them with a strip. **SOLUTION:** Any of the external stator ring 4 and internal stator ring 5 is manufactured from a strip of the particular shape. A strip used to wind an external stator ring 4 is provided with wedge-type notches 4K at a constant interval. Each notch 4K in the layer is covered completely with a closed part when the strip is wound, which does not, result in formation of gap. Meanwhile, the internal stator ring 5 is manufactured with a strip providing tooth-shape using a similar method. The internal stator ring 5 is cooled, an external stator ring 4 is heated, and the internal stator ring 5 is pushed into the external stator ring 4. As a result, two stator rings 4 and 5 are connected permanently rigidly, when these are returned to the room temperature.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

Description of corresponding document:  
**DE19934858**

Translate this text

Die Erfindung bezieht sich auf eine rotierende elektrische Maschine gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, sowie auf ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Maschine gemäss Patentanspruch 8.

Bei Maschinen mit einem Rotor und einem Stator, sind Ausführungsformen bekannt geworden, bei denen der Stator aus einem äusseren Statorring und einem inneren Statorring zusammengebaut wird. Diese beiden Ringe wiederum werden aus flächigen Bauelementen zusammengefügt. Diese haben alle die gleiche Form. Sie werden aufeinander gesetzt und dann verpresst. Da die Randprofile der flächigen Bauelemente für alle Lagen einheitlich sind, ergibt sich ein durchgehender Spalt, der eine beträchtliche magnetische Reluktanz verursacht. Der äussere und der innere Statorring sind über einen Kleber dauerhaft miteinander verbunden. Der mit dem Kleber gefüllte Spalt stellt ein grosses Hindernis für den magnetischen Fluss und die Ableitung der Wärme dar. Schadstoffe, die in dem Kleber enthalten sind, belasten zudem die Umwelt.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine Maschine der eingangs genannten Art aufzuzeigen, bei der auf einen Kleber zum Verbinden des äusseren Statorrings mit dem inneren Statorring verzichtet werden kann. Ferner liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren aufzuzeigen, mit dem sich eine solche Maschine herstellen lässt.

Die Aufgabe die Maschine betreffend wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Die Aufgabe das Verfahren betreffend wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 8 gelöst.

Weitere erfinderische Merkmale sind in den abhängigen Ansprüchen gekennzeichnet. Die Erfindung wird nachfolgend an Hand von schematischen Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemässe rotierende elektrische Maschine im Vertikalschnitt,

Fig. 2 ein Band zum Wickeln des äusseren Statorrings,

Fig. 3 das Wickeln des äusseren Statorrings,

Fig. 4 ein Band zum Wickeln des inneren Statorrings,

Fig. 5 das Wickeln des inneren Statorrings,

Fig. 6 die Herstellung eines Bandes gemäss Fig. 4,

Fig. 7 den gewickelten inneren Statorring im Schnitt,

Fig. 8 den äusseren Statorring und den inneren Statorring vor dem Zusammenfügen.

Fig. 1 zeigt eine rotierende elektrische Maschine 1 mit einem innen liegenden Rotor 2 und einem aussen liegenden zweiteiligen Stator 3. Der Rotor 2 und der Stator 3 sind durch einen ringförmigen Luftspalt 2L voneinander getrennt. Der Stator 3 ist aus einem äusseren Statorring 4 und einem inneren Statorring 5

dauerhaft zusammengefügt. Das Verbinden des äusseren Statorrings 4 mit dem inneren Statorring 5 erfolgt mit Hilfe eines Schrumpfverfahrens. Hierbei wird beispielsweise der äussere Statorring 4 erwärmt. Nach dem sich sein innerer Durchmesser so weit wie erforderlich gedehnt hat, wird er über den inneren Statorring 4 geschoben. Nach dem Abkühlen des äusseren Statorrings 4 sind die beiden Ringe dauerhaft und fest miteinander verbunden. Für die Schrumpfverbindung kann auch der innere Statorring 5 stark gekühlt werden, damit sich sein Aussendurchmesser reduziert. Sind die gewünschten Abmessungen erreicht, wird der innere Statorring 5 in den äusseren Statorring 4 geschoben. Ferner ist es möglich, den äusseren Statorring 4 zu erwärmen, und gleichzeitig den inneren Statorring 5 zu kühlen. Hierbei muss der äussere Statorring 4 nicht so weit erwärmt werden, wie das der Fall ist, wenn der innere Statorring 4 überhaupt nicht gekühlt wird. Bei einer geringeren Erwärmung des äusseren Statorring werden die Isoliermaterialien der Bleche und der Kupferdrähte geschont.

Erfindungsgemäss werden sowohl der äussere Statorring 4 als auch der innere Statorring 5 aus speziell geformten Bändern 4B bzw. 5B gefertigt, wie sie in den Fig. 2 und 4 zu sehen sind. Für die Herstellung des äusseren Statorrings 4 bzw. des inneren Statorrings 5 sind ein oder mehrere solche Bänder 4B, 5B erforderlich. Die Anzahl der Bänder 4B, 5B richtet sich nach der gewünschten Grösse des Stators 3. Ein Ausschnitt eines Bandes 4B, das zum Wickeln des äusseren Statorrings 4 verwendet wird, ist in Fig. 2 dargestellt. Das Band 4B ist in definierten Abständen mit keilförmigen Einschnitten 4K versehen. Jeder keilförmige Einschnitt verläuft senkrecht zur Längsachse des Bands 4B. Der Öffnungswinkel des keilförmigen Einschnittes ist so ausgelegt, dass die keilförmigen Öffnungen nach dem Wickeln gerade geschlossen sind. Am innen liegenden Ende eines jeden keilförmigen Einschnitts ist ein Loch 4L ausgebildet. Die Löcher 4L haben bei dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel einen nahezu runden Querschnitt. Die Löcher 4L können jedoch auch einen anderen Querschnitt aufweisen, wie an Hand von Fig. 3 zu sehen ist. Mit den keilförmigen Einschnitten 4K und den Löchern werden die Deformationen des Bandes 4B beim Aufwickeln lokalisiert. Wie an Hand von Fig. 3 zu sehen ist, wird zur Ausbildung des äusseren Statorrings 3 ein erstes Band 4B auf einen Dorn 6 gewickelt. Der Dorn 6 hat einen Durchmesser der dem Innendurchmesser des auszubildenden äusseren Statorrings 4 entspricht. Wie die Fig. 3 und 4 ferner zeigen, ist die Längskante 4J, mit welcher das Band 4B auf den Dorn 6 aufgesetzt wird, konkav gewölbt, während die zweite Längskante 4A konvexe Wölbungen aufweist. Der Abstand zwischen jeweils zwei keilförmigen Einschnitten 4K hat eine Länge  $L = D_i \cdot \sin((n \pm 1/m))$ , wobei  $D_i$  für den Innendurchmesser des äusseren Statorrings 4 steht;  $n \pm 1/m$  ist die Anzahl der Abschnitte zwischen den keilförmigen Einschnitten 4K, die benötigt werden, um eine Lage auf den Dorn 6 zu wickeln. Über den Parameter  $m$  wird die Überlappung der Abschnitte von Lage zu Lage festgelegt.

Beim Aufwickeln des Bandes 4B wird jeder Einschnitt 4K einer Lage beidseitig von einem vollständig geschlossenen Stück des Bandes 4B überdeckt, wie an Hand von Fig. 8 zu sehen ist. An keiner Stelle der Wicklung kommt es vor, dass der Einschnitte 4K einer vorangehenden Lage und einer nachfolgenden Lage deckungsgleich aufeinander liegen. Die Bildung von Luftspaten ist damit selbst zwischen zwei aufeinander folgenden Lagen ganz und gar ausgeschlossen. Damit erfolgt an keiner Stelle innerhalb des äusseren Statorrings 4 eine Behinderung und somit eine Reduzierung des magnetischen Flusses.

Das Band 4B wird Lage für Lage auf den Dorn 6 gewickelt, und zwar so, dass es mit seiner Längskante 4J auf dem Dorn 6 aufsteht. Dabei wird das Band 4B im Bereich der keilförmigen Einschnitte zusammengeschoben, wodurch die Deformationen des Bandes 4B lokalisiert werden. Beim Wickeln entsteht ein geschlossenes Band 4B, da die keilförmigen Einschnitte 4K zusammengeschoben werden. Falls sich beim Aufsetzen der Kanten und beim Positionieren des Bandes 4B Schwierigkeiten ergeben, ist es möglich, in die Löcher 4L Montagestifte 10 zu stecken, mit deren Hilfe das Band 4B an der jeweils vorgeschriebenen Stelle positioniert werden kann. Ist die gewünschte Anzahl von Wicklungen bzw. Lagen aufgespult, so wird das Band 4B durchtrennt. Das auf dem Dorn 6 befindliche Ende wird so befestigt, dass das Band 4B nicht selbständig von dem Dorn 6 gleiten kann. Der soweit gefertigte Statorring 4 wird anschliessend mit einem vorgebbaren Druck zusammengepresst, so dass keine Luftspalte zwischen den Wicklungen bzw. Lagen verbleiben. Damit ist der äussere Statorring 4 fertig gestellt.

Der innere Statorring 5 wird in ähnlicher Weise gefertigt. Hierfür wird das in Fig. 4 dargestellte Band 5B

verwendet. Das Band 5B ist mit Zähnen 5Z versehen, deren Längsachsen senkrecht zur Längsachse des Bandes 5B ausgerichtet sind. Die Zahnflanken 5V stehen senkrecht auf der Längsachse des Bandes 5B. Wie die Fig. 4 und 5 ferner zeigen, ist die Längskante 5T, mit welcher das Band 5B auf den Dorn 7 aufgesetzt wird, konkav gewölbt, während die zweite Längskante 5U konvexe Wölbungen aufweist. Jeder Zahn 5Z kann an seinem freien ersten Ende an jeder Flanke 5V mit einer keilförmigen Ausnehmung 5K versehen sein, die zur Begrenzung der einzulegenden Kupferdrähte in einem Raum 5R verwendet werden kann. Zwei unmittelbar aufeinander folgende Zähne 5Z sind an ihren zweiten Enden über jeweils einen Steg 5S miteinander verbunden. Jeder Steg 5S ist mittig an einer oder beiden Längskanten mit jeweils einer Ausnehmung 5A versehen. Die Ausnehmungen 5A können, wie hier gezeigt, einen nah zu halbkreisförmigen Querschnitt aufweisen, der bei Bedarf auch anders geformt sein kann. Hiermit wird die Deformation des Bandes 5B beim Aufwickeln gemäss Fig. 5 lokalisiert.

Für das Wickeln des inneren Statorrings 5 wird ein Dorn 7 verwendet. Dieser hat einen Aussendurchmesser, der den an gewünschten Innendurchmesser des inneren Statorrings 5 angepasst ist. Für die Herstellung des Bandes 5B wird ein Band 60 gemäss Fig. 6 verwendet, das geringfügig breiter als das Band 5B ist. Mit Hilfe einer hierfür geeigneten Vorrichtung (hier nicht dargestellt) können aus dem Band 60 zwei Bänder 5B hergestellt werden. Das ist deshalb möglich, weil die Abstände zwischen jeweils zwei Zähnen 5Z an die Breite der Zähne 5Z angepasst ist. Die Breite der Bänder 5B wird an die gewünschte Breite des Aussendurchmessers angepasst, den der innere Statorring 5 haben soll. Wird der innere Statorring 5 zum Verbinden mit dem äusseren Statorring 4 gekühlt, damit sein äusserer Durchmesser zunächst etwas schrumpft, so wird der äussere Durchmesser des inneren Statorrings 5 geringfügig grösser ausgebildet als der Innendurchmesser des äusseren Statorrings 4. Das Band 5B wird Lage für Lage so auf den Dorn 7 gewickelt, dass die Stege 5S mit ihren Aussenkanten auf der Oberfläche des Dorns 7 aufstehen. Dabei wird sichergestellt, dass die Zähne 5Z einer jeden Lage deckungsgleich auf die Zähne 5Z der bereits aufgewickelten Lage kommen, wie Fig. 8 zeigt. Damit wird erreicht, dass zwischen zwei aufeinanderfolgenden Stapeln von Zähnen 5Z ein Raum 5R gebildet wird, der über seine gesamte Länge die gleichen Abmessungen aufweist. Jeder dieser Räume 5R wird seitlich von einem Stapel von Zähnen 5Z und auf der nach innen zugewandten Seite von einem Stapel Stegen 5S begrenzt. Nach aussen hin sind die Räume 5R offen. Hat der innere Statorring 5 die gewünschte Länge erreicht, wird das Band 5B durchtrennt, und so befestigt, dass es nicht selbständig vom Dorn 7 gleiten kann. Anschliessend wird der innere Statorring 5 so gepresst, dass keine Luftspalte zwischen den einzelnen Lagen des aufgewickelten Bandes 5B verbleiben. Damit ist auch der innere Statorring 5 fertiggestellt. In jeden der Räume 5R wird jetzt eine elektrische Wicklung 8 eingesetzt, wie in Fig. 7 teilweise dargestellt. Um Kupfer einsparen zu können, weisen die elektrischen Wicklungen 8 an ihren ersten Enden Anschlüsse 8A auf, die zur Seite gebogen sind, während die Anschlüsse 8B an den zweiten Enden der elektrischen Wicklungen 8 parallel zur Symmetrieachse des inneren Statorrings 5 geführt sind. In diesem Fall kann beim Verbinden der beiden Statorringe 4 und 5 der innere Statorring 5 nur aus einer Richtung in den bzw. der äussere Statorring 4 nur aus einer Richtung über den inneren Statorring 5 geschoben werden. Für den Fall, dass bei der Herstellung der Wicklungen 8 kein Kupfer eingespart werden muss, können die Wicklungen 8 an beiden Seiten mit Anschlüssen 8B versehen werden. Hierdurch wird das Verbinden der beiden Statorringe 4 und 5 erleichtert. Die beiden Statorringe 4 und 5 werden erfindungsgemäss mit Hilfe eines Schrumpfverfahrens miteinander verbunden. Zu diesem Zweck wird bei dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel der innere Statorring 5 zunächst gekühlt und der äussere Statorring 5 erwärmt. Anschliessend wird, wie Fig. 8 gezeigt, der innere Statorring 5 in den äusseren Statorring 4 bzw. der äussere Statorring 4 über den inneren Statorring 5 geschoben. Wenn die beiden Statorringe 4 und 5 wieder Raumtemperatur angenommen haben, sind sie fest und dauerhaft miteinander verbunden.

Erfindungsgemäss besteht die Möglichkeit einen Ring, der in gleicher Weise wie der äussere Statorring 4 hergestellt wird, als Teil des Rotors einer elektrischen Maschine zu verwenden.

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

Claims of corresponding document: **DE19934858**

Translate this text

1. Rotierende elektrische Maschine mit einem innen liegenden Rotor (2) und einem aussen liegenden Stator (3), der aus einem äusseren Statorring (4) und einem inneren Statorring (5) zusammengefügt ist, dadurch gekennzeichnet, dass der äussere Statorring (4) und der innere Statorring (5) aus jeweils wenigstens einem Band (4B, 5B) gewickelt und dauerhaft mechanisch miteinander verbunden sind.
2. Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der äussere Statorring (4) auf den inneren Statorring (5), der innere Statorring (5) in den äusseren Statorring (4), oder der äussere Statorring (4) auf und der innere Statorring (5) in den äusseren Statorring geschrumpft ist.
3. Maschine nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der äussere Statorring (4) aus einem Band (4B) hergestellt ist, das entlang einer ersten Längskante (4J) keilförmige Einschnitte (4K) aufweist, deren Längsachsen senkrecht zur Längsachse des Bandes (4B) ausgerichtet sind und die einen Öffnungswinkel aufweisen, dessen Abmessung gerade so gross ist, dass die keilförmigen Einschnitte (4K) nach dem Wickeln gerade geschossen sind, und dass am innen liegenden Ende eines jeden keilförmigen Einschnitts eine Loch (4L) mit vorgebbarem Querschnitt ausgebildet ist.
4. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Längskante (4J) des Bandes (4) zwischen jeweils zwei keilförmigen Einschnitten (4K) mit konkaven Wölbungen und die gegenüberliegende Längskante (4A) mit konvexen Wölbungen versehen ist, und dass der Abstand zwischen jeweils zwei keilförmigen Einschnitten (4K) eine Länge  $L = D_i \cdot \sin \left( \frac{1}{n_s \pm 1/m} \right)$  aufweist, wobei  $D_i$  für den Innendurchmesser des äusseren Statorrings (4) steht,  $n_s \pm 1/m$  die Anzahl der Abschnitte zwischen den keilförmigen Einschnitten (4K) ist, die benötigt werden, um eine Lage auf den Dorn 6 zu wickeln, und mit  $m$  die Überlappung der Abschnitte von Lage zu Lage festgelegt ist.
5. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Band (4B) so zu einem äusseren Statorring (4) gewickelt, dass der Innenbereich des äusseren Statorrings (4) durch die konkaven Wölbungen der Längskante (4J) begrenzt ist.
6. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der innere Statorring (5) aus einem Band (5B) hergestellt ist, das mit Zähnen (5Z) versehen ist, deren Längsachsen senkrecht zur Längsachse des Bandes (5B) ausgerichtet sind, und dass die Länge der Zähne (5Z) an die Breite des Bandes (5B) angepasst ist.
7. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Zahn (5Z) im Bereich seines freien ersten Endes an jeder Flanke (5V) mit einer keilförmigen Ausnehmung (5K) versehen ist, dass die zweiten Enden von jeweils zwei unmittelbar aufeinander folgenden Zähne (5Z) über jeweils einen Steg (5S) miteinander verbunden sind, dessen Länge an die Breite der Zähne (5Z) angepasst und der mittig an einer oder beiden Längskanten mit je einer Ausnehmungen (5A) versehen ist.
8. Verfahren zur Herstellung einer rotierenden elektrischen Maschine mit einem innen liegenden Rotor (2) und einem aussen liegenden Stator (3), der aus einem äusseren Statorring (4) und einem inneren Statorring (5) zusammengefügt wird, dadurch gekennzeichnet, dass der äussere Statorring (4) und der innere Statorring (5) aus jeweils wenigstens einem Band (4B, 5B) gewickelt und anschliessend dauerhaft mechanisch miteinander verbunden werden.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der äussere Statorring (4) auf den inneren Statorring (5), der innere Statorring (5) in den äusseren Statorring (4) oder der äussere Statorring (4) auf und der innere Statorring (5) in den äusseren Statorring geschrumpft wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass der äussere Statorring (4) aus einem Band (4B) hergestellt wird, das entlang einer ersten Längskante (4J) keilförmige Einschnitte (4K) aufweist, deren Längsachsen senkrecht zur Längsachse des Bandes (4B) ausgerichtet werden und die einen

Öffnungswinkel mit solchen Abmessungen aufweisen, dass die keilförmigen Einschnitte (4K) nach dem Wickeln gerade geschlossen werden, und dass am innen liegenden Ende eines jeden keilförmigen Einschnitts (4K) eine Loch (4L) mit vorgebbaren Querschnitt ausgebildet wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, jeder Abschnitte zwischen zwei keilförmigen Einschnitten (4K) mit einer konkaven und der Abschnitt der gegenüberliegenden Längskante (4A) mit einer konvexen Wölbung versehen wird, und dass der Abstand zwischen jeweils zwei keilförmigen Einschnitten (4K) eine Länge  $L = D_i \cdot \sin((n \pm 1/m))$  aufweist, wobei  $D_i$  für den Innendurchmesser des äusseren Statorrings (4) steht,  $n \pm 1/m$  die Anzahl der Abschnitte zwischen den keilförmigen Einschnitten (4K) angibt, die benötigt werden, um eine Lage auf den Dorn 6 zu wickeln und mit  $m$  die Überlappung der Abschnitte von Lage zu Lage festgelegt.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass beim Aufwickeln des Bandes (4B) jeder Einschnitt (4K) einer jeden Lage zur Vermeidung von Luftspalten beidseitig von einem vollständig geschlossenen Stück des Bandes (4B) überdeckt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Band (4B) auf einen Dorn (6) gewickelt wird, dessen Aussendurchmesser gleich oder geringfügig kleiner als der Innendurchmesser des zu fertigenden äusseren Statorrings (4) gewählt wird, und dass das Band (4K) so auf den Dorn (6) gewickelt wird, dass die Längskante (4J) mit den keilförmigen Einschnitten (4K) auf dem Dorn (6) aufsteht.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der innere Statorring (5) aus einem mit Zähnen (5Z) versehenen Band (5B) gewickelt wird, deren Längsachsen senkrecht zur Längsachse des Bandes (5B) ausgerichtet werden, und deren Länge an die Breite des Bandes (5B) angepasst wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Zahn (5Z) im Bereich seines freien ersten Endes an jeder Flanke (5V) mit einer keilförmigen Ausnehmung (5K) versehen wird, dass die zweiten Enden von jeweils zwei unmittelbar aufeinander folgenden Zähnen (5Z) über jeweils einen Steg (5S) miteinander verbunden werden, dessen Länge an die Breite der Zähne (5Z) angepasst und der an einer oder beiden Längskanten mittig mit einer Ausnehmung (5A) versehen wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Band (5B) so auf einen Dorn (7) gewickelt wird, dass die Stege (5S) auf dem Dorn (7) aufstehen, und dass anschliessend in dem zwischen jeweils zwei Stapeln von Zähnen (5Z) gebildeten Raum (5R) jeweils eine elektrische Wicklung (8) angeordnet wird.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 15, dass ein entsprechend dem äusseren Statorring (4) hergestellter Ring, als Teil des Rotors (2) einer elektrischen Maschine (1) verwendet wird.

---

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-54244

(P2001-54244A)

(43) 公開日 平成13年2月23日 (2001.2.23)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 2 K 1/18

15/02

識別記号

F I

H 0 2 K 1/18

15/02

テーマコード\* (参考)

D

B

D

C

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-221036 (P2000-221036)

(22) 出願日 平成12年7月21日 (2000.7.21)

(31) 優先権主張番号 1 9 9 3 4 8 5 8 . 8

(32) 優先日 平成11年7月24日 (1999.7.24)

(33) 優先権主張国 ドイツ (D E)

(71) 出願人 594073499

アーベーベー・リサーチ・リミテッド

A B B R E S E A R C H L T D .

スイス国、ツューバー - 8050 チュー

リヒ、アフォルテルンシュトラッセ 44

(72) 発明者 ジンシン・シェン

ドイツ連邦共和国、デー-69121 ハイデ

ルベルク、フルトベングラーシュトラッセ

45

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外4名)

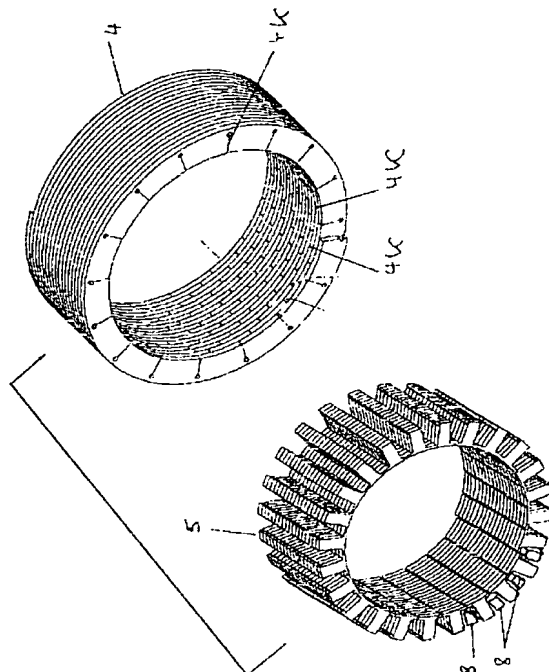
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転電気機械およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 回転電気機械およびその製造方法

【解決手段】 本発明は、内側に配置された回転子(2)と外側に配置された固定子(3)とを備える機械(1)に関する。固定子(3)は、外側固定子リング(4)と内側固定子リング(5)から組み立てられ、外側固定子リング(4)および内側固定子リング(5)は、それぞれ少なくとも1つのストリップ(4B、5B)から巻き付けられ、互いに機械的に接続されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内側に配置された回転子(2)と、外側に配置された固定子(3)とを備え、該固定子(3)は外側固定子リング(4)と内側固定子リング(5)から組み立てられる回転電気機械において、外側固定子リング(4)および内側固定子リング(5)はそれぞれ少なくとも1つのストリップ(4B、5B)から巻き付けられ、恒久的に互いに機械的に接続されることを特徴とする機械。

【請求項2】 外側固定子リング(4)が内側固定子リング(5)上に収縮されるか、内側固定子リング(5)が外側固定子リング(4)内に収縮されるか、あるいは、外側固定子リング(4)が収縮されて、内側固定子リング(5)が外側固定子リング内に収縮されるかを特徴とする請求項1に記載の機械。

【請求項3】 外側固定子リング(4)が、第1の長手方向縁部(4J)に沿った楔形ノッチ(4K)を有するストリップ(4B)から製造され、前記ノッチ(4K)の長手軸はストリップ(4B)の長手軸に対して直角であり、巻き付け工程の後に丁度閉じるように楔形ノッチ(4K)に対して十分に大きな寸法を有する開口部を有すること、ならびに規定可能な断面を有する孔(4L)が各楔形ノッチの内端部に形成されることを特徴とする請求項1または2のいずれか一項に記載の機械。

【請求項4】 各2つの楔形ノッチ(4K)の間のストリップ(4)の長手方向縁部(4J)には凹湾面が設けられ、反対側の長手方向縁部(4A)には凸湾面が設けられること、ならびに各楔形ノッチ(4K)間の距離は、長さ $L = D_i \cdot \sin(\pi / (n_s \pm 1/m))$ を有しており、式中、 $D_i$ は外側固定子リング(4)の内径であり、 $n_s \pm 1/m$ は層を心棒(6)上に巻き付けるのに必要な楔形ノッチ(4K)間の区間の数であり、層から層までの区間の重複はパラメータ $m$ を用いて決定されることを特徴とする請求項1〜3のいずれか一項に記載の機械。

【請求項5】 外側固定子リング(4)の内側領域が長手方向縁部(4J)の凹湾面を限界とするように、ストリップ(4B)が巻き付けられて外側固定子リング(4)を形成することを特徴とする請求項1〜4のいずれか一項に記載の機械。

【請求項6】 内側固定子リング(5)が歯形(5Z)を備えるストリップ(5B)から製造され、該歯形(5Z)の長手軸はストリップ(5B)の長手軸に対して直角であること、ならびに歯形(5Z)の長さはストリップ(5B)の幅に合わせられていることを特徴とする請求項1〜5のいずれか一項に記載の機械。

【請求項7】 各歯形(5Z)にはその自由第一端部の領域の各フランク(5V)上に楔形凹部(5K)が設けられていること、ならびに互いに直接連なる各2つの歯形(5Z)の第2の端部がいずれの場合も1つのウェブ

(5S)によって接続され、該ウェブの長さは歯形(5Z)の幅に合わせられ、該ウェブにはその中心部において1つの長手方向縁部または2つの長手方向縁部のそれぞれの上に凹部(5A)が設けられていることを特徴とする請求項1〜6のいずれか一項に記載の機械。

【請求項8】 内側に配置された回転子(2)と、外側に配置された固定子(3)とを備え、該固定子(3)は外側固定子リング(4)と内側固定子リング(5)から組み立てられる回転電気機械の製造方法において、外側固定子リング(4)および内側固定子リング(5)はそれぞれ少なくとも1つのストリップ(4B、5B)から巻き付けられ、実質的に恒久的に互いに機械的に接続されることを特徴とする方法。

【請求項9】 外側固定子リング(4)が内側固定子リング(5)上に収縮されるか、内側固定子リング(5)が外側固定子リング(4)内に収縮されるか、あるいは、外側固定子リング(4)が収縮されて、内側固定子リング(5)が外側固定子リング内に収縮されるかを特徴とする請求項8に記載の方法。

【請求項10】 外側固定子リング(4)が、第1の長手方向縁部(4J)に沿った楔形ノッチ(4K)を有するストリップ(4B)から製造され、前記ノッチ(4K)の長手軸はストリップ(4B)の長手軸に対して直角であり、楔形ノッチ(4K)が巻き付け工程の後に丁度閉じるような寸法を有する開口部を有すること、ならびに規定可能な断面を有する孔(4L)が各楔形ノッチ(4K)の内端部に形成されることを特徴とする請求項8または9のいずれか1項に記載の方法。

【請求項11】 2つの楔形ノッチ(4K)の間の各区間には凹湾面が設けられ、反対側の長手方向縁部(4A)の区間には凸湾面が設けられること、ならびに各楔形ノッチ(4K)間の距離は、長さ $L = D_i \cdot \sin(\pi / (n_s \pm 1/m))$ を有しており、式中、 $D_i$ は外側固定子リング(4)の内径であり、 $n_s \pm 1/m$ は層を心棒6上に巻き付けるのに必要な楔形ノッチ(4K)間の区間の数であり、層から層までの区間の重複はパラメータ $m$ を用いて決定されることを特徴とする請求項8〜10のいずれか1項に記載の方法。

【請求項12】 ストリップ(4B)が巻き付けられているとき、各層の各ノッチ(4K)には、空隙を除去するために完全に閉じたストリップ(4B)が重なっていることを特徴とする請求項8〜11のいずれか1項に記載の方法。

【請求項13】 ストリップ(4B)は心棒(6)上に巻き付けられ、該心棒(6)の外径は製造すべき外側固定子リング(4)の内径と同一か僅かに小さく選ばれること、ならびにストリップ(4B)は楔形ノッチ(4K)を有する長手方向縁部(4J)が心棒(6)上に担持されるように心棒(6)上に巻き付けられることを特徴とする請求項8〜12のいずれか1項に記載の方法。



【請求項14】 内側固定子リング(5)は歯形(5Z)を備えるストリップ(5B)から製造され、該歯形(5Z)の長手軸はストリップ(5B)の長手軸に対して直角であるとともに、その長さがストリップ(5B)の幅に合わせられていることを特徴とする請求項8～13のいずれか1項に記載の方法。

【請求項15】 各歯形(5Z)にはその自由第一端部の領域の各フランク(5V)上に楔形凹部(5K)が設けられていること、ならびに互いに直接連なる各2つの歯形(5Z)の第2の端部がいずれの場合の1つのウェブ(5S)によって接続され、該ウェブの長さは歯形(5Z)の幅に合わせられ、該ウェブにはその中心部において一方または両方の長手方向縁部の上に凹部(5A)が設けられていることを特徴とする請求項8～14のいずれか1項に記載の方法。

【請求項16】 ストリップ(5B)はウェブ(5S)が心棒(7)上に担持されるように心棒(7)上に巻き付けられること、ならびに、続いて電気巻線(8)がそれぞれの場合において歯形(5Z)の2つのスタック間に形成された空間(5R)内に配置されることを特徴とする請求項8～15のいずれか1項に記載の方法。

【請求項17】 外側固定子リング(4)と同一の方法で製造されたリングが電気機械(1)の回転子(2)の一部として使用されることを特徴とする請求項8～15のいずれか1項に記載の方法。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、請求項1の前提部に記載されるような回転電気機械、および請求項8に記載されるような機械の製造方法に関する。

#### 【0002】

【従来の技術】回転子および固定子を備える機械において、固定子を外側固定子リングと内側固定子リングから組み立てるという設計上の構成が知られるようになってきた。これらの2つのリングは平坦な構造要素から順に組み立てられる。これらの全ては同一形状を有する。一方の上に他方を配置して押圧する。平坦な構造要素の縁部輪郭が全ての層について同一であるので、実質的な磁気リラクタンスを発生するような貫通間隙が存在する。外側固定子リングと内側固定子リングは、接着剤によって恒久的に接着されている。接着剤で充填された間隙は、磁束を妨害するとともに熱を除去する。接着剤に含まれる汚染物質もまた環境に害を及ぼす。

#### 【0003】

【発明が解決しようとする課題】したがって、本発明は、外側固定子リングを内側固定子リングに接着するための接着剤を使用せずにすむ、冒頭で述べた種類の機械を提供するという目的に基づいている。本発明はまた、そのような機械を製造することのできる方法を提供するという目的にも基づいている。

#### 【0004】

【課題を解決するための手段】機械に関する目的は、請求項1の特徴によって達成される。

【0005】方法に関する目的は、請求項8の特徴によって達成される。

【0006】さらなる発明の特徴は、従属項に記載されている。

#### 【0007】

【発明の実施の形態】本発明は、以下の図面を用いてより詳細に説明される。

【0008】図1は、内側に配置された回転子2と、外側に配置された2部分から成る固定子3とを備える回転電気機械1を示している。回転子2と固定子3は、環状の空隙2Lによって互いに分離されている。固定子3は、外側固定子リング4と内側固定子リング5から恒久的に組み立てられる。外側固定子リング4と内側固定子リング5の間の接続は、収縮工程によって行われる。この工程において、たとえば外側固定子リング4が加熱される。その内径が必要なだけ拡大した後に、内側固定子リング5上に押し込まれる。外側固定子リング4を冷却すると、2つのリングは互いに恒久的かつ堅固に接続される。収縮接続のためには、内側固定子リング5を大幅に冷却してその外径を減少させるようにすることもできる。所望の寸法が達成されたところで、内側固定子リング5を外側固定子リング4内に押し込む。外側固定子リング4を加熱し、同時に内側固定子リング5を冷却することもできる。この場合、内側固定子リング5が全く冷却されない時ほど外側固定子リング4を加熱する必要はない。外側固定子リングがあまり加熱されない場合、金属薄板および銅線の絶縁材料が保護される。

【0009】本発明に従えば、外側固定子リング4と内側固定子リング5のいずれも、それぞれ図2および4に見られるように、特別な形状のストリップ4Bおよび5Bから製造される。1つまたは複数のそのようなストリップ4Bおよび5Bがそれぞれ、外側固定子リング4および内側固定子リング5を製造するために必要である。ストリップ4Bおよび5Bの数は、固定子3の要求サイズに依存する。外側固定子リング4を巻くために用いられるストリップ4Bの一部が図2に示されている。ストリップ4Bには、楔形ノッチ4Kが一定の間隔で設けられている。各ノッチ4Kはストリップ4Bの長手軸に対して直角に延びている。楔形ノッチの開口角度は、楔形の開口部が巻き付け後に丁度閉じるように設計される。各楔形ノッチの内端部には孔4Lが設けられている。ここで示す実施例において、孔4Lは略円形の断面を有する。しかしながら孔4Lは、図3に見られるように異なる断面を有していてもよい。巻き付けの最中のストリップ4Bに対する変形は、楔形ノッチ4Kおよび孔4Lによって局所化される。図3から分かるように、第1のストリップ4Bは、外側固定子リング3を形成するため

に心棒6に巻き付けられる。心棒6は、形成すべき外側固定子リング4の内径と同一の径を有している。図3および4からも分かるように、ストリップ4Bを心棒6上に載置する長手方向縁部4Jが凹湾面を有するのに対し、第2の長手方向縁部4Aは凸湾面を有している。各2つの楔形ノッチ4K間の距離は、長さ $L = D_i \cdot \sin(\pi / (n_s \pm 1/m))$  (式中、 $D_i$ は外側固定子リング4の内径であり、 $n_s \pm 1/m$ は層を心棒6上に巻き付けるのに必要な楔形ノッチ4K間の区間の数である)を有している。層から層までの区間の重複はパラメータ $m$ を用いて決定される。

【0010】ストリップ4Bが巻き付けられているとき、層内の各ノッチ4Kは、図8に見られるように、両側をストリップ4Bの完全に閉じた部分によって覆われている。巻線中には、前の層と後の層のノッチ4K同士が合致するような場所は存在しない。したがって、空隙の形成は2つの連続する層の間でさえ全く起こらない。したがって、外側固定子リング4内のいかなる点においても磁束に対する障害が起らず、したがって磁束が減少することもない。

【0011】ストリップ4Bが心棒6上に層から層へと、實際上その長手方向縁部4Jが心棒6上に担持されるように巻き付けられる。この工程において、ストリップ4Bは、該ストリップ4Bの変形が局所化されるように楔形ノッチの領域内に押圧される。巻き付けの最中には楔形ノッチ4Kが共に押圧されるので、閉じたストリップ4Bが現れる。縁部を配置しストリップ4Bの位置決めを行うのが難しい場合には、組立ピン10を押し込み、これによりストリップ4Bを孔4Lの中のそれぞれ特定の位置に位置決めすることもできる。所望の数の巻線または層が巻き付けられた後、ストリップ4Bが貫通される。心棒6上に位置する端部は、ストリップ4Bが心棒6と無関係に摺動できないようにするために固締される。このようにして製造された固定子リング4は、続いて定義可能な圧力で共に圧縮されて、巻線または層間にいかなる空隙も残らないようにする。外側固定子リング4はこのようにして製造される。

【0012】内側固定子リング5も同様の方法で製造される。この目的のために、図4に示したストリップ5Bが用いられる。ストリップ5Bには歯形5Zが設けられ、該歯形の長手軸はストリップ5Bの長手軸に対して直角である。歯形フランク5Vはストリップ5Bの長手軸に対して直立している。図4および5にも見られるように、長手方向縁部5T(これによりストリップ5Bが心棒7上に載置される)は凹湾面を有しており、第2の長手方向縁部5Uは凸湾面を有している。各フランク5V上の第1の自由端部において、各歯形5Zには楔形凹部5Kが設けられてもよく、該楔形凹部5Kは空間5R内に配置すべき銅線を接着するために用いられることができる。2つの直接に連なる歯形5Zが、それらの第2

端部において各場合において1つのウェブ5Sによって互いに接続されている。各ウェブ5Sには、2つの長手方向縁部の1つまたはそれぞれの上の中央に凹部5Aが設けられる。ここで示すように、凹部5Aは略半円形の断面を有していてもよく、該断面は必要に応じて他の形状であってもよい。ストリップ5Bの変形は、図5に示されるようにこの手段によって局所化される。

【0013】心棒7は内側固定子リング5を巻き付けるために用いられる。この心棒は、内側固定子リング5の所望の内径に合致した外径を有する。図6に示されるストリップ5Bよりも僅かに幅の広いストリップ60が、ストリップ5Bを製造するために用いられる。この目的に適した器具(ここでは示さない)を用いて、ストリップ60から2つのストリップ5Bを作製することができる。このことは、各2つの歯形5Z間の距離が歯形5Zの幅に合わせられているために可能である。ストリップ5Bの幅は、内側固定子リング5が有すべき外径の所望の幅に合わせられている。内側固定子リング5が外側固定子リング4に接続するために冷却されて、その外径が当初に幾分収縮する場合、内側固定子リング5の外径は外側固定子リング4の内径よりも僅かに大きく設計される。ストリップ5Bは、ウェブ5Sの外縁部が心棒7の表面上に担持されるように、心棒7上に層から層へと巻き付けられる。これにより、各層の歯形5Zは、図8に示されるように、既に巻き付けられた層の歯形5Zに一致するようになる。これにより、歯形5Zの2つの連続するスタックの間に空間5Rが形成され、この空間5Rはその全長に亘って同一の寸法を有するという効果が達成される。これらの空間5Rのそれぞれは、横方向には歯形5Zのスタックを限界とし、また内方に向かう側はウェブ5Sのスタックを限界とする。空間5Rは外方に向けて開いている。内側固定子リング5が所望の長さに達したところで、ストリップ5Bが貫通され、心棒7と無関係に摺動できないように固締される。続いて内側固定子リング5は、巻き付け後のストリップ5Bの各層間に一切の空隙が残らないように圧縮される。このようにして内側固定子リング5が完成される。ここで電気巻線8が、図7の一部に示されるように各空間5R内に挿入される。銅を節約するために、電気巻線8は第1の端部において側方に曲げられた接点8Aを有し、電気巻線8の第2の端部の接点8Bは内側固定子リング5の対称軸に平行に案内される。この場合、2つの固定子リング4および5が接続される際に、内側固定子リング5は一方方向からのみ押し込まれることができ、外側固定子リング4は一方方向からのみ内側固定子リング5上に押し込まれることができる。巻線8の製造において銅を節約する必要がある場合、巻線8の両側に接点8Bを設けることができる。これにより2つの固定子リング4および5の間の接続が容易になる。本発明に従えば、2つの固定子リング4および5は収縮工程を用いて互いに接続される。

この目的のために、例示した実施例において、内側固定子リング5が最初に冷却されるとともに、外側固定子リング4が最初に加熱される。続いて、図8に示されるように、内側固定子リング5が外側固定子リング4中に押し込まれるか、あるいは外側固定子リング4が内側固定子リング5上に押し込まれる。2つの固定子リング4および5は、それらが室温に戻ったときに堅固かつ恒久的に接続される。

【0014】本発明に従えば、外側固定子リング4と同様の方法で製造された電気機械の回転子の一部として用いられるようなリングの可能性も提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に従う回転電気機械の縦断面図である。

【図2】外側固定子リングを巻き付けるためのストリップを示す図である。

【図3】外側固定子リングの巻線を示す図である。

【図4】内側固定子リングを巻き付けるためのストリップを示す図である。

【図5】内側固定子リングの巻線を示す図である。

【図6】図4に示されるストリップの製造方法を示す図である。

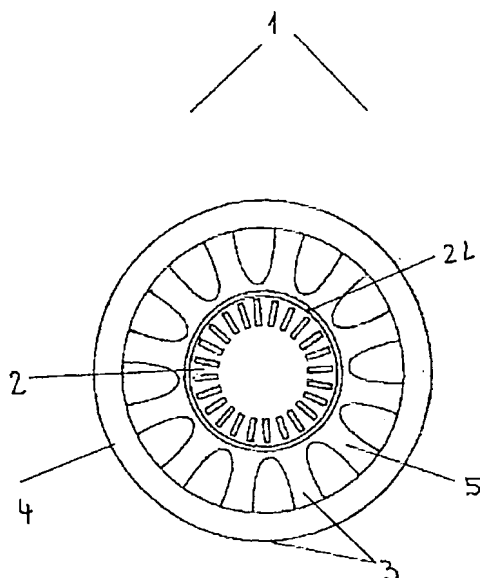
【図7】巻き付けられた内側固定子リングの断面図である。

【図8】互いに接続される前の外側固定子リングと内側固定子リングを示す図である。

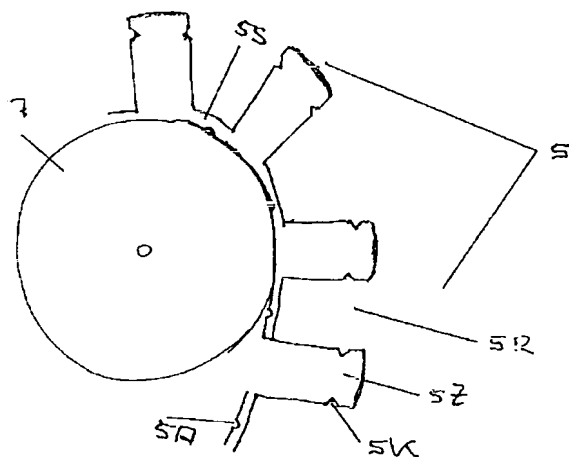
【符号の説明】

2…回転子、3…固定子、4…外側固定子リング、5…内側固定子リング、4B、5B…ストリップ、4A…反対側の長手方向縁部、4J…第1の長手方向縁部、4K…楔形ノッチ、4L…孔、5S…ウェブ、5Z…歯形。

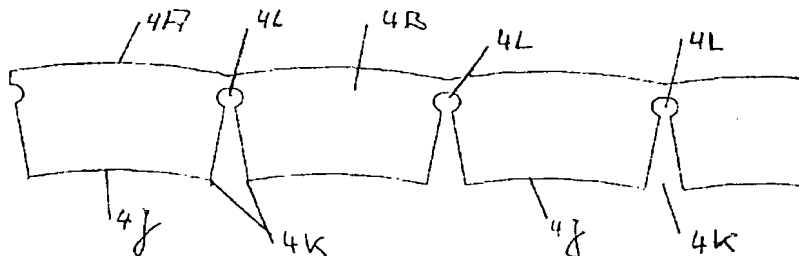
【図1】



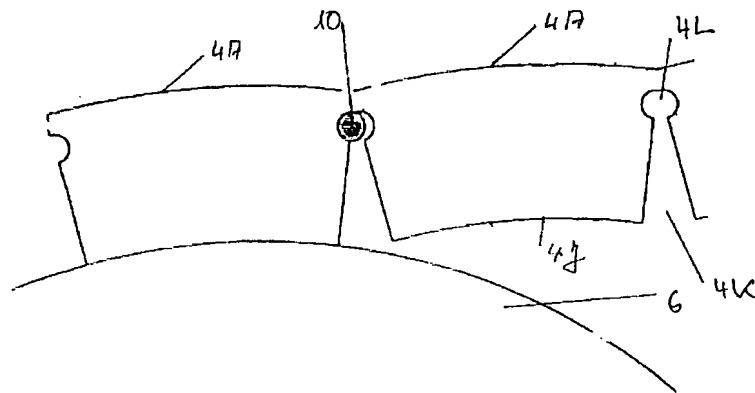
【図5】



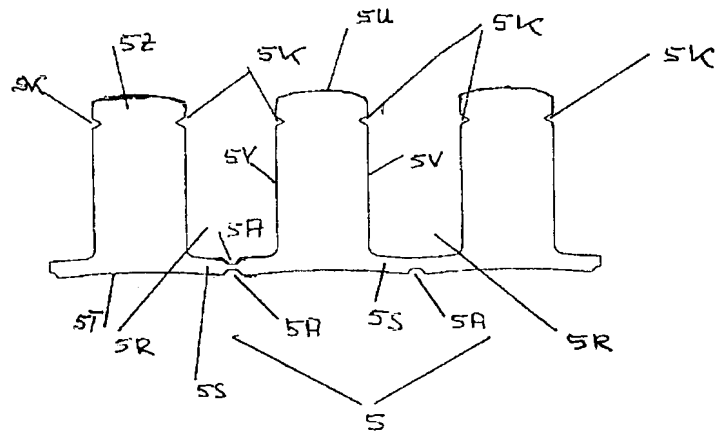
【図2】



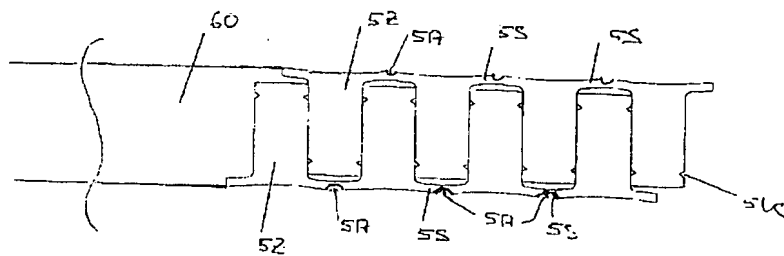
【図3】



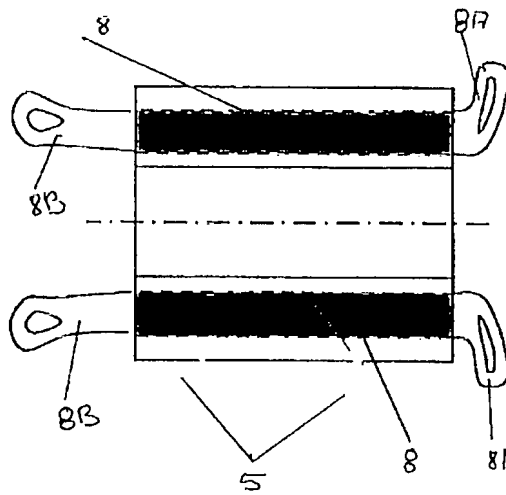
【図4】



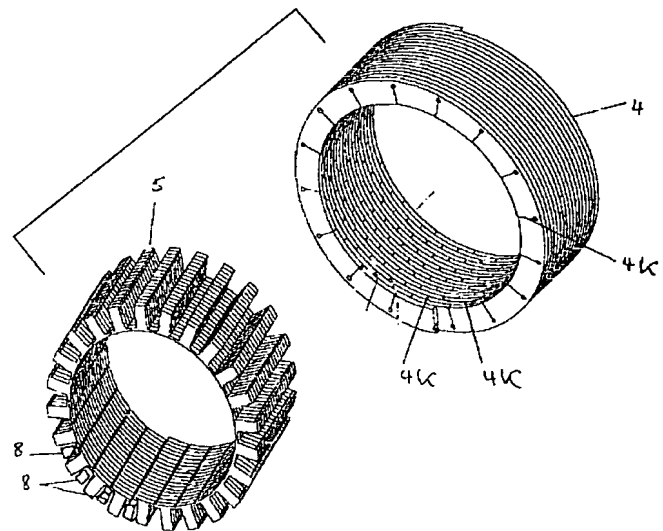
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 ウルリヒ・デックアルト  
ドイツ連邦共和国、デー-69181 ライメ  
ン、テオドール・ホイス・シュトラッセ  
105

(72)発明者 トム・ボルテオス  
スウェーデン国、エス-72231 バエステ  
ラス、レントハエルスバエゲン 13

(72)発明者 ニールス・エム・ジェンセン  
デンマーク国、ディー・ケイ-5560 アー  
ルプ、サンドロッケン 5